



TITLE:

5.TDR法によるDNA水和水の誘電緩和の研究(お茶の水女子大学大学院理学研究科物理学専攻,修士論文題目・アブストラクト(1990年度))

AUTHOR(S):

天羽, 優子

CITATION:

天羽, 優子. 5.TDR法によるDNA水和水の誘電緩和の研究(お茶の水女子大学大学院理学研究科物理学専攻,修士論文題目・アブストラクト(1990年度)). 物性研究 1991, 56(6): 715-717

ISSUE DATE:

1991-09-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/94633>

RIGHT:

との積になる。(2)はパラメータ α が小さい極限ではブロッホの式に従う緩和となる。

通常MRIでは横緩和の効果は無視できるように工夫してプロトン密度分布像及び T_1 像を得ている。また、 T_2 像の場合は横緩和の効果が強く現れるように工夫がされている。

本論文では、(2)式の緩和がかかったときの分布の復元図の信頼性について考察し、緩和の効果を取り除いて、元の分布になるべく忠実な復元図を得ようと試みた。この結果、 α の小さいときは、信号を指数関数的に減衰するとして解析することでかなり忠実な分布が復元できた。しかし、 α が大きく横緩和時間を定義できない場合は、同じ解析法を用いても緩和の効果を完全に修整することはできない。したがって揺らぎの遅いときについては(2)式を考慮した新たな解析法が必要となるだろう。

5. TDR 法による DNA 水和水の誘電緩和の研究

天 羽 優 子

全ての生物にとって、水は必要不可欠である。水無しでは、生体分子はその高次構造を維持できず、活性も失ってしまう。

DNAの機能発現にも水は本質的な役割を担っているということが最近明らかになってきた。DNAの二重らせんの周囲には多量の水が存在し、DNAとの相互作用の結果、自由水とは異なった状態になっている。この水は、DNAの二重らせんを安定化させる働きをしている。水の量を変えることで、A型DNAからB型DNAへのコンホメーション転移を引き起こすことができる。DNAの濃度が50 w/w %以下では、DNAはB型をとっている。

B型DNAゲル中には、3種類の異なった水が存在している。DNA近くに強く束縛された第1水和水、その外側をとりまく第2水和水、DNAの影響を受けていない自由水が混在している。DNAの濃度が50 w/w %以上では、DNAはA型となり、このときは第1水和水のみが存在する。

誘電緩和の測定は、水和水の動的構造を明らかにするための非常に有力な手段である。水分子はダイポールモーメントを持っており、

その時間的な振るまいを直接観測することができるからである。

本研究では、水和水の動的構造を明らかにするために TDR により誘電緩和の測定を行った。この方法で、 10^6 から 10^{10} Hz の範囲の誘電スペクトルを得ることができる。

B 型 DNA のゲルは、室温では、 100 MHz 、 2 GHz 、 20 GHz 付近に緩和モードを持つ。高周波側のモードは自由水の緩和である。低周波側のモードは、生体物質特有のもので、生命結合水に由来する。まん中のモードは生命結合水の外側で弱く束縛されている水であると考えられる。この水を速い結合水と呼ぶ。

実験には、シグマ社製の仔牛の胸腺から抽出した NaDNA を、蒸留水に溶かして $30\text{ w/w}\%$ にしたものを使用した。測定は -5°C から -90°C で行った。これは、非常に強い自由水の緩和モードを無くして、結合水のモードをよりはっきり観測するためである。

測定の結果は次の通りである。

[1] -10°C 以上では、コンダクティビティーが非常に大きく、その補正をしても、結合水の強度は小さく、よく見えない。 -10°C 以下では、コンダクティビティーが小さくなり、自由水のモードは消失する。

[2] (a) -15°C から -35°C の間では、生命結合水と、速い水和水の2つのモードが存在する。この範囲では、温度が下がるに従って速い水和水の強度は減少し、 -35°C 以下で出なくなる。

(b) 速い水和水は、デバイ型の緩和の分布で説明できる。Havriliak-Negami の式でフィッティングすると α が 0.6 から 0.9 、 β が 0.9 から 1.0 で、これらの値は分布がある場合に相当する。 α 、 β は実験的なパラメータである。

[3] (a) 生命結合水のピークは -15°C から -90°C の範囲でほとんど変化しない。(b) 生命結合水のモードは Havriliak-Negami の式で説明することができない。 α の値が 1.0 より大きく (3.0 から 5.0 になる) デバイ型の分布にはなっていない。

(c) 2 状態遷移の重ね合わせに非対称性をいれた SUM (Shibata-Uchiyama-Maruyama) モデルを用いると生命結合水をよくフィッティングすることができる。

(d) SUM モデルでフィッティングした場合、 -75°C 以下で独立な 2 状態遷移の数 N は 20 以上、 -40°C 以上で N は 10 前後である。また、 -75°C 付近から低温では、わずかに非対称性を入れ

たほうがよりよい結果を得られる。

TDRによりNaDNAの水和水の誘電緩和を測定した。最も低周波に現れる生命結合水のモードは通常の、緩和時間の分布を表すHavriliak-Negamiの式では説明できなかった。このモードはある種の振動のようでもあるが、普通の減衰振動ではない。これはSUMモデルによって得られるスペクトルとよく一致している。

6. イジングスピングラス $\text{Fe}_x\text{Mn}_{1-x}\text{TiO}_3$ の 強磁場磁化過程による研究

海老井 祥 代

高磁場下でのスピングラス系の振舞いを研究するために、典型的なイジング型混晶 $\text{Fe}_x\text{Mn}_{1-x}\text{TiO}_3$ について、高磁場磁化過程を測定した。

強磁場磁化過程の測定は、 $\text{Fe}_x\text{Mn}_{1-x}\text{TiO}_3$ の全濃度領域にわたって、いろいろな濃度比の単結晶試料について、主として、最大測定磁場 $\sim 40\text{T}$ 、測定温度 4.2K で行なった。さらに、 $x=0.95$ 、 0.75 、 0.50 の試料については、最大測定磁場 $\sim 100\text{T}$ 、測定温度 $\sim 10\text{K}$ での磁化過程の測定も行なった。その結果、 $1.0 > x \geq 0.33$ の試料においては、 10T 以下の中磁場領域で、 FeTiO_3 の磁化過程に似たスピNFLリップ様のとびが観測された。 $1.0 > x \geq 0.33$ のいずれの試料においても、スピNFLリップ様のとびによって達する磁化の大きさは、各試料の濃度比から見積った、フルモーメントに対応する磁化の大きさに比べると小さくなっている。また、とびの後の磁化の磁場に対する傾きは、いずれの試料においても FeTiO_3 における傾きに比べると大きく、その傾きは、Mn濃度の高い試料ほど大きい。さらに、 $\sim 100\text{T}$ までの磁化過程の測定では、測定を行なった3つの試料全てで、スピNFLリップ様のとびの他に第二のとびが観測された。一方、 $0.0 < x \leq 0.25$ においては、 MnTiO_3 の磁化過程に似たスピNFLロップ様のとびが観測された。しかし、そのとびが起こる前の磁化曲線の形は、 MnTiO_3 における磁化過程の形とは大きく異なり、常磁性体における磁化過程の形に類似している。この事実は、 $0.0 < x \leq 0.25$ の試料における磁化は2種類の寄与から成り立っていることを示唆している。

強磁場磁化過程の他に、 $x=0.95$ ($T_N=57\text{K}$)の単結晶試料及び粉末試料について、メスバウア測定を行なった。測定は零磁場のもとで行い、測定温度は 4.2K である。その結果、 Fe^{2+} モーメントの中にスピNFL容易軸である c 軸から傾いて